

Pengaruh Jumlah Subkanal Terhadap PAPR pada SC-FDMA 16 QAM

Zusar Toffani¹, Budi Setiyanto², Samiadji Herdjunto²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

²Dosen Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi, FT UGM

Abstrak

Single Carrier Frequency Division Multiple Access (SC-FDMA) merupakan teknik modulasi yang banyak digunakan pada teknologi telekomunikasi saat ini dan akan datang. Peak to Average Ratio (PAPR) yang tinggi memerlukan penguat daya dengan linieritas yang tinggi menyebabkan rendahnya efisiensi daya. SC-FDMA memiliki PAPR yang lebih rendah dibandingkan OFDMA. Penelitian ini menganalisis pengaruh jumlah subkanal terhadap PAPR, PAPR terhadap efisiensi penguat, dan perubahan jumlah perangkat pengguna yang ditinjau pada satu pengguna terhadap PAPR. Penelitian dilakukan dengan simulasi menggunakan Matlab 7.8.0.347. Hasil simulasi menunjukkan semakin banyak jumlah subkanal yang digunakan maka PAPR akan semakin tinggi (efisiensi rendah). Nilai PAPR pada 2048 subkanal dengan empat terminal adalah IFDMA (2,5518dB), DFDMA (7,0093dB), LFDMA (7,0093dB), dan OFDMA (8,8394dB).

Kata kunci: SCFDMA, subkanal, PAPR, penguat, efisiensi

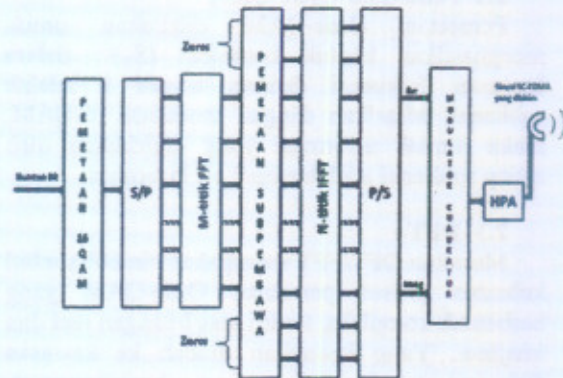
1. Pendahuluan

OFDMA merupakan teknik modulasi yang banyak digunakan pada teknologi telekomunikasi saat ini karena mempunyai beberapa kelebihan. Pada OFDMA memungkinkan pengiriman informasi dengan pesat bit yang sangat tinggi dapat mencapai 325,1 Mbps seperti pada teknologi LTE [1] dan juga memiliki BER yang sangat rendah menggunakan lebar pita secara efisien dan pada sistem OFDMA menggunakan beberapa frekuensi subkanal antar subkanal yang saling ortogonal sehingga memungkinkan rentang frekuensi antar subkanal dapat saling tumpang (overlap) tanpa menimbulkan interferensi satu sama lain. Teknik akses penjamakan pembagi frekuensi ortogonal (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, OFDMA) memiliki kelemahan yaitu menghasilkan nilai nisbah daya puncak terhadap daya rata-rata (Peak to Average Power Ratio, PAPR) yang tinggi [2]. Nilai PAPR yang tinggi menyebabkan penguat bekerja pada kondisi saturasi, sehingga sistem akan terbebani konsumsi daya yang tinggi, efisiensi penguat menjadi rendah, dan terjadi distorsi.

Penggunaan modulasi single-carrier di uplink LTE dimotivasi oleh PAPR lebih rendah dari yang dikirimkan dibandingkan dengan OFDM. Semakin kecil PAPR dari sinyal yang ditransmisikan, semakin tinggi rata-rata transmisi daya dapat untuk penguat daya yang diberikan. Pemancar dengan pembawa tunggal memungkinkan untuk penggunaan yang lebih efisien dari penguat daya, yang diterjemahkan

menjadi peningkatan cakupan. Hal ini sangat penting untuk terminal daya terbatas [3].

Teknik akses penjamakan pembagi frekuensi pembawa tunggal (Single Carrier Frequency Division Multiple Access, SC-FDMA) memiliki pesat bit yang lumayan besar, walaupun masih lebih rendah dibanding OFDMA yaitu hingga dapat mencapai 86,4 Mbps [1].



Gbr. 1 Konfigurasi pengirim sistem SC-FDMA

PAPR merupakan variasi daya dalam SC-FDMA yang dapat dinyatakan sebagai perbandingan antara daya maksimum dan daya rata-rata sinyal SC-FDMA. PAPR yang tinggi memerlukan penguat daya dengan persyaratan pada linieritas yang tinggi. Penguat yang bekerja pada linieritas yang tinggi menyebabkan baterai terkuras lebih cepat sehingga efisiensi penguatnya menjadi semakin rendah. Penelitian ini melakukan percobaan untuk menganalisis

pengaruh jumlah subkanal pada PAPR dan efisiensi penggunaan penguat daya [4].

Dalam penelitian ini dibuat simulasi untuk mengetahui pengaruh jumlah subkanal terhadap nilai PAPR, jumlah subkanal terhadap efisiensi penguat pada bagian pengirim

2. Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan dalam beberapa tahap yaitu tahap perancangan, tahap pembuatan simulasi, tahap pengujian simulasi, tahap pengambilan informasi, dan tahap analisis informasi percobaan.

Penelitian dimulai dengan perancangan di atas kertas. Penentuan jumlah subkanal (4 subkanal, 8 subkanal, 16 subkanal, 32 subkanal 64 subkanal hingga 2048 subkanal), algoritma PAPR dan parameter-parameter daya penguat yang ditentukan dengan merujuk pada hasil perancangan. Kepastian penggunaan algoritma ini diuji dengan perangkat lunak Matlab untuk kemudian diimplementasikan dalam simulasi. Setelah perancangan telah sempurna, proses pembuatan simulasi dilakukan. Proses berikutnya adalah mengambil informasi dan menganalisis informasi percobaan.

2.1 Informasi Masukan

Dalam simulasi ini, informasi masukan berupa berasal dari simbol-simbol yang dibangkitkan secara acak.

2.2 Pemetaan Orde-QAM

Pemetaan Orde-QAM dilakukan untuk menghasilkan bentuk kompleks (S_k) dalam kawasan frekuensi dengan nomor k adalah subkanal. Misalkan dengan modulasi 16-QAM, maka jumlah informasi yang dikirimkan oleh setiap subkanal adalah empat bit informasi.

2.3 DFT

Masukan DFT/FFT merupakan simbol-simbol keluaran proses pemetaan Orde-QAM yang berbentuk kompleks, terdiri atas bilangan real dan imajiner. Yang kemudian diubah ke kawasan frekuensi agar dapat di petakan subpembawanya. Besarnya jumlah M titik DFT tergantung dengan jumlah subpembawa dan jumlah terminal yang ada [2].

$$M = \frac{N}{Q} \quad (1)$$

2.3 Pemetaan Subpembawa

Masukan Pemetaan Subpembawa adalah keluaran proses dari DFT, data yang diubah ke kawasan frekuensi kemudian dipetakan

berdasarkan jumlah terminal dan jumlah subpembawa yang ada. Metode Pemetaan subpembawa ada tiga macam yaitu IFDMA, DFDMA, dan LFDMA.

2.4 IDFT

Masukan IDFT/IFFT merupakan simbol-simbol keluaran proses pemetaan Pemetaan Subpembawa yang berbentuk kompleks, terdiri atas bilangan real dan imajiner. Pada IFFT, sinyal-sinyal kompleks (S_k) diproses sehingga menghasilkan sinyal kompleks yang disebut simbol OFDM yakni

$$S_{(t)} = \frac{1}{N} \left[\sum_{k=0}^{N-1} s_k e^{j \frac{2\pi k t}{N}} \right] \quad (2)$$

2.5 Nilai Daya Puncak terhadap Nilai daya Rerata

PAPR merupakan perbandingan daya puncak dengan daya rata-rata sinyal. PAPR sinyal hasil dari mapping PSK *base band* sebesar 1 atau 0 dB, karena semua simbol memiliki daya yang sama. Tetapi setelah dilakukan IFFT, daya sinyal akan bervariasi, sehingga PAPR akan semakin besar. Variasi daya (*Dynamic Range*) tersebut disebabkan oleh modulasi masing-masing subkanal, dengan frekuensi yang berbeda, sehingga apabila beberapa sub-kanal mempunyai fase yang koheren akan muncul amplitud dengan level yang jauh lebih besar dari daya rata-rata aslinya.

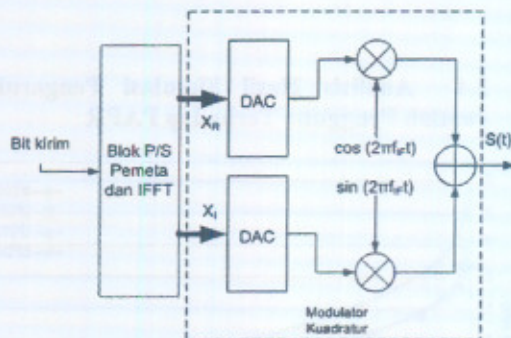
$$PAPR = \left[\frac{\max_{0 \leq t \leq T_s} |S(t)|^2}{\frac{1}{T_s} \int_0^{T_s} |S(t)|^2 dt} \right] \quad (3)$$

PAPR mempunyai nilai yang acak tergantung dari kombinasi fase simbol pemetaan, dengan maksimum PAPR sebesar N .

2.6 Modulator kuadratur

Modulator kuadratur disebut juga modulator I/Q, merupakan bagian sistem pengirim SC-FDMA yang berfungsi untuk melakukan fungsi modulasi kuadratur. Modulasi kuadratur adalah suatu teknik modulasi yang mengubah amplitud dua isyarat pembawa yang sama frekuensinya tetapi berbeda fase 90° oleh isyarat pemodulasi. Isyarat pembawa yang satu disebut isyarat sinus dan yang lain dinamai isyarat kosinus untuk menyebut dua isyarat pembawa yang berbeda fase 90° tersebut. Keluaran hasil IFFT yang masih berupa bilangan kompleks $s_k = I - jQ$,

dengan I adalah komponen bilangan real dan Q adalah komponen bilangan imajiner, akan dipisahkan komponen-komponen kedua bilangan tersebut.



Gbr. 2 Diagram blok modulator kuadratur

Isyarat pembawa dibangkitkan oleh suatu osilator sinusoidal yang menghasilkan dua isyarat yang sama frekuensinya namun berbeda fase 90° . Jika keluaran real IDFT memodulasi isyarat pembawa $\cos(2\pi f_c t)$ dan keluaran imajiner memodulasi isyarat pembawa $\sin(2\pi f_c t)$, maka isyarat SC-FDMA yang dikirimkan adalah penjumlahan dari hasil modulasi tersebut yang dapat dituliskan sebagai

2.7 Penguat Daya

$S(t)$ sebagai masukan HPA, akan menentukan tegangan keluaran (V_{out}) penguat. Sehingga dapat diketahui daya output (P_{out}) dan konsumsi daya (P_{dc}).

Efisiensi PA merupakan perbandingan daya output yang dihasilkan dengan beban konsumsi daya dan dapat dihitung dengan rumus

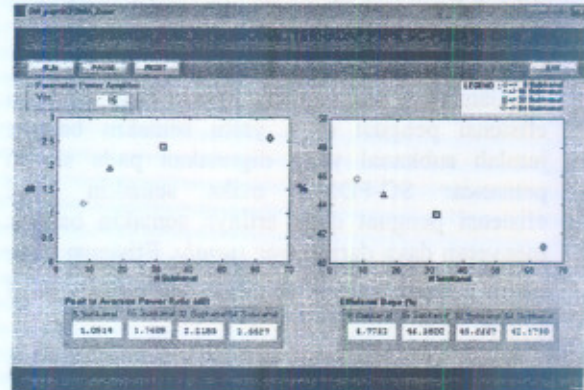
$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{dc}} \times 100\%$$

(4)

Nilai PAPR yang besar akan menyebabkan PA bekerja pada efisiensi yang rendah.

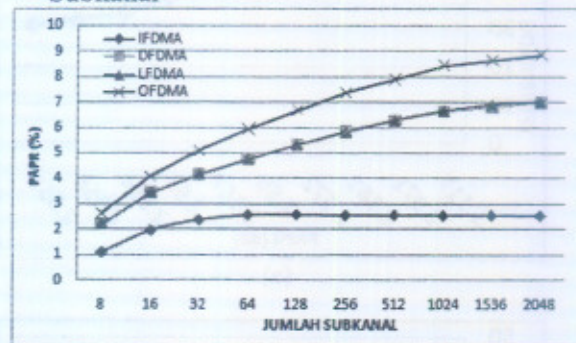
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil simulasi dari pengaruh penggunaan jumlah subkanal terhadap nilai PAPR dan efisiensi penggunaan penguat yang dibuat menggunakan perangkat lunak Gui Matlab 7.8.0.347, dari hasil simulasi dibawah menunjukkan bahwa semakin tinggi jumlah subkanal yang digunakan maka nilai PAPR yang dihasilkan semakin besar dan efisiensi kinerja penguat semakin menurun



Gbr. 3 Tampilan GUI eksekusi program

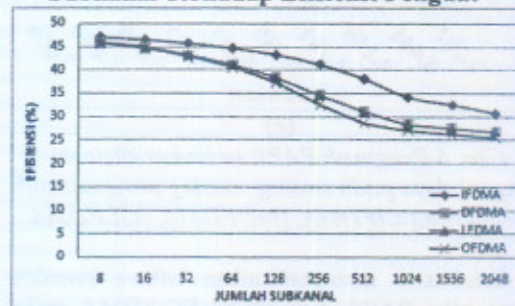
3.1 Analisis Hasil Simulasi PAPR Terhadap Subkanal



Gbr. 4 Pengaruh PAPR terhadap jumlah subkanal pada SC-FDMA 16 QAM dengan empat terminal

Gambar 4 menunjukkan pengaruh jumlah subkanal terhadap PAPR dengan empat terminal pada masing-masing tipe pemetaan, terlihat bahwa semakin besar jumlah subkanal makin besar juga nilai PAPR-nya pada semua tipe pemetaan subpembawa kecuali pada tipe IFDMA, semakin besar jumlah subkanal dalam batas tertentu maka makin tidak berpengaruh besar pada PAPR. Nilai PAPR OFDMA adalah yang paling tinggi, sedangkan PAPR IFDMA yang paling kecil.

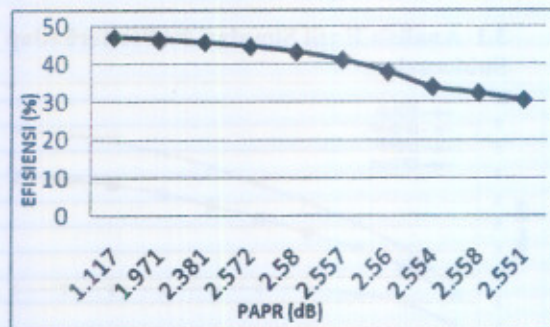
3.2 Analisis Hasil Simulasi Jumlah Subkanal Terhadap Efisiensi Penguat



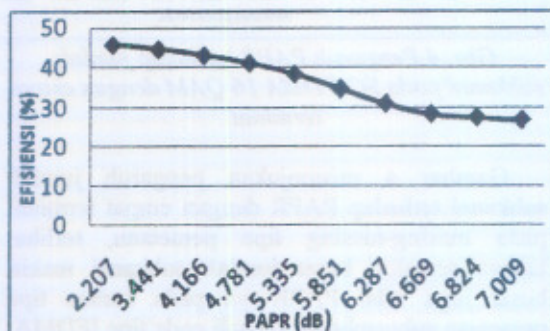
Gbr. 5 Pengaruh efisiensi penguat daya terhadap jumlah subkanal pada SC-FDMA 16 QAM

Gambar 5 menunjukkan bahwa hasil simulasi efisiensi penguat daya yaitu semakin banyak jumlah subkanal yang digunakan pada sistem pemancar SC-FDMA maka semakin kecil efisiensi penguat daya artinya semakin banyak menyerap daya dari *power supply*. Efisiensi yang paling rendah adalah IFDMA sedangkan yang paling tinggi adalah OFDMA.

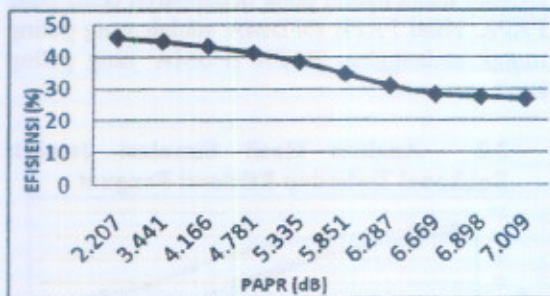
3.3 Pengaruh PAPR Terhadap Efisiensi Penguat



(a)



(b)



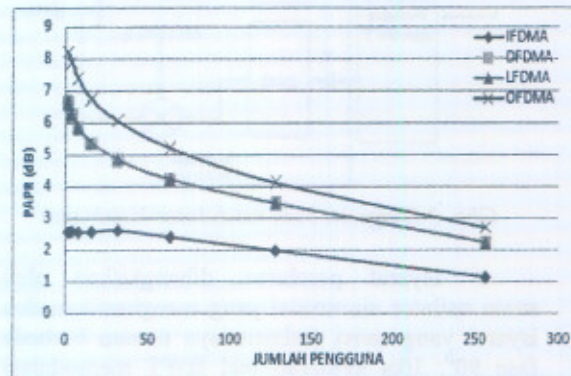
(c)

Gbr. 6 Pengaruh PAPR terhadap efisiensi penguat daya pada masing-masing pemetaan sub pembawa, (a)IFDMA, (b)DFDMA, (c)LFDMA

Gambar 6 memperlihatkan bahwa semakin tinggi nilai PAPR dari sinyal SC-FDMA maka semakin kecil efisiensi penguat daya. Hal ini

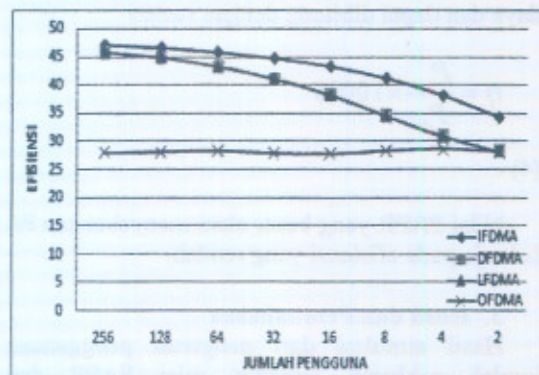
disebabkan karena semakin tinggi daya yang diserap oleh penguat untuk menghasilkan keluaran yang diinginkan.

3.4 Analisis Hasil Simulasi Pengaruh Jumlah Pengguna Terhadap PAPR



Gbr. 7 Pengaruh jumlah pengguna terhadap PAPR yang ditinjau pada satu pengguna pada 512 subkanal.

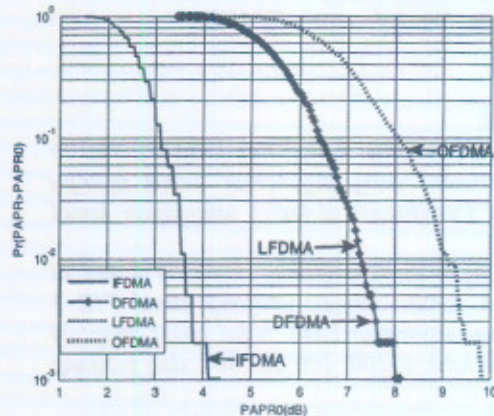
Gambar 7 memperlihatkan Pengaruh jumlah pengguna terhadap PAPR yang ditinjau pada satu pengguna pada 512 subkanal. Pada perangkat pengguna yang menggunakan tipe DFDMA dan LFDMA yang bertambah dari dua perangkat pengguna hingga 256 perangkat maka semakin kecil PAPR yang di hasilkan oleh setiap pengguna. Sedangkan pada IFDMA nilai PAPRnya hampir tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan jumlah perangkat pengguna yang sedikit.



Gbr. 8 Pengaruh jumlah pengguna terhadap efisiensi yang ditinjau pada satu pengguna pada 512 subkanal.

Gambar 8 memperlihatkan pengaruh jumlah pengguna terhadap efisiensi yang ditinjau pada satu pengguna pada 512 subkanal. Pada IFDMA nilai efisiensinya adalah yang paling tinggi

sedangkan pada DFDMA dan LFDMA lebih rendah dibandingkan IFDMA tetapi lebih tinggi dibanding OFDMA.



Gbr. 9 Perbandingan nilai PAPR dengan 1024 subkanal dan 32 terminal

Gambar 9 memperlihatkan perbandingan nilai PAPR SC-FDMA dan OFDMA dengan jumlah subkanal dengan 32 jumlah pengguna yang di representasikan kedalam bentuk grafik CCDF. PAPR IFDMA memiliki nilai PAPR yang paling kecil, nilai PAPR pada DFDMA dan LFDMA lebih besar dibanding IFDMA yang nilainya hampir sama sedangkan yang paling besar adalah PAPR pada OFDMA.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai pengaruh jumlah subkanal terhadap PAPR pada SC-FDMA 16 QAM dapat diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut

1. Semakin banyak jumlah subkanal makin besar juga nilai PAPR-nya pada semua tipe pemetaan subpembawa kecuali pada tipe IFDMA, semakin besar jumlah subkanal dalam batas tertentu maka makin tidak berpengaruh besar pada PAPR. Nilai PAPR OFDMA adalah yang paling tinggi, sedangkan PAPR IFDMA yang paling kecil.
2. Hasil pengaruh jumlah subkanal terhadap PAPR pada 2048 subkanal dengan empat terminal adalah IFDMA (2.551808161 dB), DFDMA (7.009364186 dB), LFDMA (7.009364186 dB), dan OFDMA (8.839464134 dB)
3. Semakin banyak jumlah subkanal yang digunakan maka semakin kecil efisiensi penguat daya.

4. Hasil pengaruh jumlah subkanal terhadap efisiensi penguat pada 2048 subkanal dengan empat terminal adalah IFDMA (30.76933333dB), DFDMA (26.786000dB), LFDMA (26.78733333 dB), dan OFDMA (25.53266667 dB).
5. Semakin tinggi nilai PAPR dari sinyal SC-FDMA maka semakin kecil efisiensi penguat daya.
6. Perubahan jumlah perangkat pengguna pada tipe pemetaan subpembawa DFDMA dan LFDMA yang bertambah dari dua perangkat pengguna hingga 256 perangkat maka semakin kecil PAPR yang di hasilkan oleh setiap pengguna. Sedangkan pada IFDMA nilai PAPRnya hampir tidak terlalu berpengaruh terhadap perubahan jumlah perangkat pengguna yang sedikit.

5. Referensi

- [1] Holma, H., Toskala, A., 2009, *LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access*, John Wiley & Sons, Ltd, United Kingdom.
- [2] Myung, H.G., Goodman, D.J., 2008, *Single Carrier FDMA : A New Air Interface for Long Term Evolution*, John Wiley & Sons, Ltd, United Kingdom.
- [3] Dahlman, E., Parkvall, S., Skold, J., 2007, *3G Evolution : HSPA and LTE for Mobile Broadband*, Academic Press is an imprint of Elsevier.
- [4] Nasir, M. M., 2010, *Pengaruh Jumlah Subkanal Terhadap PAPR dan Efisiensi Penguat Daya Pada Pengirim OFDM 16 QAM*, Skripsi, Jurusan Teknik Elektro dan Teknologi Informasi Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.